تعیین ترکیبی از مناسب ترین ردیاب ها برای منشایابی رسوبات (مطالعه موردی در حوضه آبخیز ناورود تالش)

الهام علیدوست[1]، حسین اسدی[2] ، نجات پیرولی بیرانوند[3] و سید علی موسوی[4]

1،2،4 به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار علوم خاک و مربی مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

3، عضو هیئت علمی بخش کشاورزی پژوهشکده علوم و فنون هسته ای کرج
www.elhaam_alidoost@yahoo.com

چکیده

اجرای بهینه استراتژی‌های حفاظت از خاک و کنترل فرسایش، مستلزم شناسایی مناطق رسوب‌خیز و مستعد فرسایش است. یکی از روش‌های تعیین مناطق نیازمند به عملیات حفاظت، روش منشایابی چندپارامتری رسوبات است. از جمله مراحل مهم این روش تعیین ترکیب مناسبی از ردیابهاست که قادر به تفکیک منابع رسوب باشند. در این تحقیق که در یکی از زیرحوضه‌های آبخیز رودخانه ناورود شهرستان تالش انجام شد، ترکیب مناسبی از ردیاب‌ها برای تفکیک انواع کاربری‌ها، با استفاده از تحلیل تشخیص به‌دست آمد. در نهایت پنج عنصر سرب، منگنز، آهن، منیزیم و کبالت به عنوان بهترین ترکیب ارائه شدند.

کلمات کلیدی: **تحلیل تشخیص، فرسایش، منابع رسوب، منشایابی**

مقدمه

از دیرباز، فرسایش خاک معضلی اساسی بوده که باعث تخریب اراضی زراعی یا کاهش قابل ملاحظه توان تولید می‌گردد و اثرات درون عرصه‌ای و برون عرصه‌ای مخربی به دنبال دارد که مربوط به افزایش تحرک و انتقال رسوبات است. از جمله آثار برون عرصه‌ای فرسایش می‌توان به آلودگی منابع آب، کاهش ظرفیت آبراهه‌ها و مخازن ذخیره آب به علت تجمع رسوبات و تشکیل لجن در کانال‌ها و شبکه‌های توزیع آب، تجمع آلاینده‌هایی نظر حشره کش‌ها و عناصر سنگین در نقاط رسوبگذاری اشاره کرد (لال، 2001).

این مسائل، گستره وسیع اهمیت محیطی و اکولوژیکی رسوبات ریز را منعکس کرده و لزوم افزودن استراتژی‌های مؤثر کنترل رسوب را به برنامه‌های مدیریت حوضه آبخیز، برجسته می‌کند. اگرچه طراحی و اجرای استراتژی‌های مؤثر کنترل و مدیریت رسوب، اغلب به دلیل کمبود داده‌هایی در مورد سرعت فرسایش و بار و منشاء رسوب، و نیز دانش محدود در مورد انتقال و ذخیره رسوبات ریز در سیستم‌های زهکشی حوضه، با مشکل مواجه می‌شود (کولینز و والینگ، 2002).

به طور سنتی، منشأ رسوبات با استفاده از شماری از تکنیک‌های اندازه‌گیری مستقیم که شامل ارزیابی چشمی(دیداری) منابع بالقوه به کمک عکس‌ها و مشاهدات صحرایی، پایش منابع بالقوه با پروفیلومترها ، پین‌های فرسایش و اندازه‌گیری تلفات خاک با استفاده از کرت‌های فرسایش که انواع مختلف کاربری اراضی را شبیه‌سازی کرده‌اند، تشخیص داده می-شود. معمولا به کار بردن این روش‌های مستقیم، به علت برخی از مسائل مکانی و زمانی نمونه‌برداری و هزینه آن‌ها محدود می‌شود (کولینز و همکاران، 1998).

به دلیل مسائل و مشکلات مربوط به روش‌های مرسوم برای تعیین منابع اولیه رسوبات معلق در یک حوضه، روش انگشت‌نگاری (Fingerprinting) به عنوان یک جایگزین و روش غیرمستقیم برای فراهم کردن بعضی از اطلاعات،

مورد توجه گسترده قرار گرفته است. این روش بر این اساس استوار است که رسوبات دارای یک یا چند خاصیت مشترک با منابع خود هستند. بنابراین دو گام اساسی در استفاده از تکنیک انگشت نگاری رسوبات عبارتند از:
1. گزینش ویژگی‌های مشخصی که منابع بالقوه را به طور واضحی از یکدیگر متمایز کنند.
2. مقایسه نمونه‌های رسوبات معلق با منابع حوضه بر اساس این ویژگی‌های مشخص به منظور تعیین منشاء رسوبات.
انگشت‌نگارها یا ویژگی‌های مشخص مورد استفاده شامل کانی‌شناسی و رنگ، خصوصیات آهنربایی کانی‌ها، پرتوزاهای محیطی، ترکیب ژئوشیمیایی، ایزوتوپ‌های پایدار، عناصر کمیاب زمین، مواد آلی، ویژگی‌های بیوژنیک و اندازه ذرات می‌باشد (کولینز و والینگ، 2002).
در تحقیقات منشایابی مرکب و کمّی، ابتدا ترکیبی از ویژگی‌های منشایاب انتخاب شده و سپس با استفاده از روش‌های آماری، ترکیبی بهینه از ترکیب اولیه که قادر به جداسازی دقیق منابع رسوب باشد، استخراج می‌شود. در پایان این ویژگی‌ها، برای تعیین سهم نسبی هر یک از منابع رسوب با استفاده از مدل‌های ترکیبی چندمتغیره به کار برده می‌شوند. تا کنون اطلاعات کافی در مورد ترکیبی از ویژگی‌ها که قابلیت کاربرد جهانی داشته باشند، به دست نیامده است. این مسئله یکی از مشکلات اصلی تحقیقات جدید در مورد منشایابی رسوب است. بنابراین در پژوهش‌های جدید، اولین و مهم‌ترین مسئله، تعیین ویژگی‌های مناسب است. ولی آنچه باید به آن توجه شود این است که تعداد ویژگی‌های یاد شده زیاد بوده و همه آنها دارای توان جداسازی نیستند و برای استفاده در تعیین سهم منابع باید تعداد آنها کاهش یابد. در ضمن اندازه‌گیری تمام آنها برای هر پژوهش، توجیه مالی ندارد (حکیم خانی، 1386). از این رو در این تحقیق به این مسئله پرداخته‌ایم.

مواد و روشها

منطقه مورد بررسی در این تحقیق، یکی از زیرحوضه‌های رودخانه ناورود واقع در شهرستان تالش استان گیلان می‌باشد. این منطقه به وسعت حدود 7 کیلومتر مربع و در موقعیت جغرافیایی 48 درجه و 45 دقیقه تا 48 درجه و 35 دقیقه طول شرقی و 37 درجه و 42 دقیقه و 37 درجه و 36 دقیقه عرض شمالی واقع است. پوشش گیاهی حوضه مذکور شامل جنگل، مراتع دارای پوشش علفی، اراضی مرتعی تخریب شده و فاقد پوشش و نیز خندق‌های عمیق در راستای شیب منطقه است. با توجه به رسوب‌خیز بودن حوضه، ضرورت به‌کارگیری روش‌های حفاظتی در بخش‌هایی از آن که منبع عمده تولید رسوب هستند، احساس می‌شود. لذا برای به کارگیری روش منشایابی در این حوضه، ابتدا باید ترکیب مناسبی از ردیاب ها تعیین شود. بدین منظور نمونه‌های معرف خاک از چهار منبع بالقوه تولید رسوب شامل جنگل، مراتع دارای پوشش، مراتع تخریب شده و دیواره خندق برداشت گریدیدند. همچنین 10 نمونه رسوب از رسوبات نهشته شده در خروجی حوضه برداشت شد. نمونه‌ها از نقاط در معرض فرسایش و از عمق 5-0 سانتیمتری تهیه شدند. البته نمونه‌برداری از دیواره خندق از سطح تا کف دیواره و به عرض حدود 30 سانتیمتر انجام شد.
در مجموع 50 نمونه خاک پس از انتقال به آزمایشگاه و هواخشک شدن از الک 63 میکرون عبور داده شدند. استفاده از الک 63 میکرون به منظور کاهش تاثیر اندازه ذرات بر مقدار عناصر استخراجی و امکان مقایسه مستقیم نتایج، صورت گرفت. ردیاب‌های اندازه‌گیری شده شامل عناصر قابل استخراج با اسید (Co، Cu، Fe، Mn، Ni، Pb و Zn)، عناصر قابل عصاره‌گیری با پیروفسفات سدیم و سیترات-دی‌تیونات (Fe و Mn)، کاتیون‌های بازی (Ca، K، Mg و Na)، نیتروژن، کربن آلی و فسفر بود. غلظت کلیه فلزات سنگین و Ca و Mg به وسیله دستگاه جذب اتمی، K و Na به وسیله دستگاه فلیم فتومتر، فسفر به روش السن و به وسیله اسپکتروفتومتر، نیتروژن به روش کجلدال و کربن آلی به روش والکلی-بلک تعیین گردید. همچنین توزیع اندازه ذرات خاک نیز به روش هیدرومتری و قرائت کامل انجام شد.
تجزیه آماری نتایج شامل چندین مرحله می‌باشد. پس از بررسی مقدماتی داده‌ها، به منظور تعیین ترکیب ابتدایی از ردیاب‌هایی که قادر به متمایز کردن منابع از یکدیگر هستند، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون H کروسکال-

والیس به ترتیب برای داده‌های دارای توزیع نرمال و غیرنرمال استفاده شد. طبق این آزمون‌ها، ردیاب‌هایی که آماره محاسبه شده آنها معنی دار بود، قادر به متمایز کردن حداقل دو منبع بودند و لذا وارد مرحله بعد شدند.
در مرحله دوم، به منظور تعیین ترکیب بهینه نهایی از ردیاب‌ها، از تحلیل تشخیص استفاده شد. تحلیل تشخیص عبارت است از به دست آوردن یک یا چند ترکیب خطی از متغیرهای مستقل که بتوانند تعدادی از گروه‌های از پیش تعیین شده را از هم تفکیک کنند. تفکیک گروه‌ها با دادن وزن‌های مناسب به هر یک از متغیرها بر اساس حداکثرکردن واریانس بین گروهی نسبت به واریانس درون گروهی انجام می‌شود. پس از بررسی فرض‌های تحلیل تشخیص که شامل برقرار بودن نرمال چند متغیره، برابری ماتریس کواریانس و نبود هم‌خطی چندگانه قوی بین متغیرهاست، ردیاب‌های واجد شرایط وارد تابع تشخیص شدند و ترکیب بهینه‌ای از ردیاب‌ها تعیین گردید. مراحل فوق با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

نتیجه‌گیری

پس از بررسی ابتدایی ردیاب‌ها، آنها را از نظر وجود داده‌های پرت بررسی نمودیم (وجود داده‌های پرت بر نتایج تحلیل تشخیص تاثیر منفی دارد). از آنجا که هیچ داده‌ای در هیچ یک از آزمون‌های یک‌متغیره و چند متغیره تشخیص داده پرت (Median±3MAD و نسبت مربع فاصله ماهالانوبیس به تعداد متغیرهای مستقل با توجه به توزیع t) به عنوان داده پرت، تشخیص داده نشد، لذا هیچ کدام از داده‌ها و متغیرها حذف نشده و همه آنها وارد مرحله بعد شدند.

همانطور که بیان شد برای تعیین ترکیب ابتدایی از متغیرهایی که قادر به تفکیک انواع منابع رسوب از یکدیگر هستند، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (برای متغیرهای دارای توزیع نرمال) و آزمون H کروسکال-والیس (برای متغیرهای دارای توزیع غیرنرمال) استفاده شد. نتایج نشان دادند که ردیابهای Fe سیترات-دی تیونات، Na، Ni، Zn و ماده آلی قادر به جداسازی منابع نمی‌باشند، لذا در این مرحله حذف شدند.

در ادامه، فرض‌های تحلیل تشخیص که شامل سه فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها، بررسی ماتریس کواریانس و نبود هم‌خطی چندگانه قوی بین متغیرهاست، بررسی شد. نرمال بودن یک متغیره توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov و Shapiro-Wilks و نمودار چندک چندک متغیرها بررسی شد. بر این اساس عناصر K، Mn قابل استخراج با اسید، Mn سیترات-دی‌تیونات و Pb فاقد توزیع نرمال هستند. نمودار چندک چندک نیز موید این مطلب است. اما برای بررسی چند متغیره توزیع نرمال، مربع فاصله ماهالانوبیس در مقابل توزیع مربع کای رسم شد که بر اساس آن، مجموع داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. البته داشتن توزیع نرمال فرض حیاتی برای تحلیل تشخیص نیست، به خصوص زمانی که نرمال نبودن ناشی از چولگی باشد.

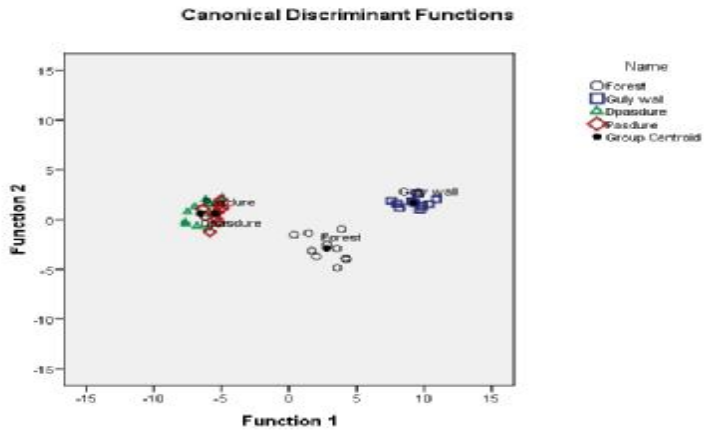
بررسی ماتریس کواریانس داده‌ها با آزمون Boxs M انجام شد که مقدار آن در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

وجود هم‌خطی چندگانه قوی باعث بروز مشکلاتی در تفسیر اهمیت هر یک از متغیرها، جلوگیری از ورود بعضی از آنها در مدل و ناپایداری نتایج طبقه بندی تجزیه تابع تشخیص می‌شود. لذا از سه معیار عدد تحمل، عامل تورم واریانس و ماتریس همبستگی بدین‌منظور استفاده شد. مقدار عدد تحمل متغیرها باید بیشتر از 0/1 و عامل تورم واریانس آنها باید کمتر از 10 باشد. بررسی‌ها نشان داد که اگر همه ردیاب‌های مرحله قبل وارد مدل شوند، عناصر Co، Mn سیترات-دیتیونات، Mn پیروفسفات، N و Pb دارای هم‌خطی چندگانه قوی هستند. همچنین بررسی ماتریس همبستگی متغیرها نیز نشان داد که بالاترین میزان همبستگی بین ردیاب‌های Mn پیروفسفات و Mnسیترات-دی تیونات (95 درصد)، Zn و Ni (93 درصد) و ماده آلی و N (74 درصد) وجود دارد.

با توجه به همه آزمون‌ها و بررسی‌ها صورت گرفته، در نهایت ترکیبی از ردیاب‌ها به شرح زیر وارد تابع تشخیص گردید: Co، Cu، Fe، Mn، Pb قابل استخراج با اسید، Fe و Mn پیروفسفات، Ca، K، Mg ، N و P. این ترکیب واجد فرض‌های تحلیل تشخیص می‌باشد.

ترکیب نهایی ردیاب‌ها به روش گام به گام به وسیله تابع تشخیص تعیین شد. از بین 12 ردیاب وارد شده پنج ردیاب Pb، Mn، Fe، Mg و Co به ترتیب به عنوان بهترین ردیاب‌ها شناسایی گردیدند. در تحلیل تشخیص از Wilks lambda که معیاری از نسبت اختلاف‌های درون گروهی به اختلاف‌های بین گروهی است، استفاده شد. با اضافه شدن هر ردیاب، مقدار مربع فاصله ماهالانوبیس افزایش، Wilks lambda کاهش و درصد تجمعی طبقه‌بندی صحیح نمونه-ها افزایش یافت. بر اساس پنج ردیاب فوق سه تابع تعیین گردید که به ترتیب 92/3، 6/6 و 1/1 درصد از تغییرات واریانس را توجیه می‌کنند. علاوه بر معنی‌داری توابع یاد شده، ماتریس طبقه‌بندی نیز بررسی شد. درصد طبقه‌بندی صحیح در این تحلیل برابر 92/5 درصد است. معیار شانس در این آنالیز برابر 31/25 درصد بود که بسیار کوچکتر از درصد طبقه‌بندی صحیح تابع است. مقدار آماره Press Q نیز برابر 90/133 بود که بیشتر از مقدار جدول می‌باشد. در نتیجه می‌توان گفت تحلیل تشخیص در سطح اعتماد بالا بهتر از شانس قادر به جداسازی و طبقه بندی یا پیش بینی عضویت در گروه‌ها می‌باشد.

برای بررسی بیشتر توان توابع تشخیص به دست آمده در جداسازی گروه‌ها و هم‌پوشانی احتمالی، نمودار پراکنش تابع یک در مقابل تابع دو (شکل 1) که بیشتر تغییرات گروه‌ها را بیان می‌کند، تهیه شد. این شکل توان تفکیک توابع را به خوبی نشان می‌دهد. دو کاربری جنگل و دیواره خندق از بقیه کاملا متمایز هستند و فقط مقداری هم‌پوشانی بین مرتع دارای پوشش و مرتع فاقد پوشش دیده می شود.



شکل 1 – وضعیت جداسازی کاربری ها توسط دو تابع یک و دو (Forest: جنگل، Guly wall: دیواره خندق، Pasdure: مرتع دارای پوشش و Dpasdure: مرتع فاقد پوشش)

منابع

حکیم‌خانی ش، احمدی ا، غیومیان ج، فیض‌نیا س و بی همتا م،1386. تعیین ترکیب مناسبی از عناصر ژئوشیمیایی برای جداسازی واحدهای سنگ‌شناسی حوضه پخش سیلاب پلدشت. نشریه دانشکده منابع طبیعی، دوره 60، شماره 3، صفحه‌های 693 تا 711.

Collins, A. L., D. E. Walling and G. J. L. Leeks. 1998. Use of composite fingerprints to determine the spatial provenance of the contemporary suspended sediment load transported by rivers. Earth Surface Processes and Landforms, 23: 31–52.

Collins, A.L., Walling, D.E., 2002. Selecting fingerprint properties for discriminating potential suspended sediment sources in river basins. Journal of Hydrology, 261: 218–244.

Lal, R. 2001. Soil degradation by erosion. Land Degradation and Development, 12: 519–539.